



KONFERENCIA KIADVÁNY II. kötet



XXXVII. ÓVÁRI TUDOMÁNYOS NAPOK
2018. november 9-10.



**Fenntartható agrárium és környezet,
az Óvári Akadémia 200 éve - múlt, jelen, jövő**



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR,
MOSONMAGYARÓVÁR
VEAB AGRÁRTUDOMÁNYI SZAKBIZOTTSÁG

TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG
ELNÖK: DR. SZALKA ÉVA PhD, DÉKÁN

SZERVEZŐ BIZOTTSÁG
ELNÖK: PROF. DR. BALI PAPP ÁGNES PhD
DR. MOLNÁR ZOLTÁN PhD,
KUTATÁSI DÉKÁNHELYETTES

T A G O K

DR. AJTONY ZSOLR PhD	NÉMETH ATTILA
DR. CSATAI RÓZSA PhD	DR. NYÉKI ANIKÓ PhD
DR. KALOCSI RENÁTÓ PhD	DR. ZSÉDELY ESZTER PhD

T U D O M Á N Y O S B I Z O T T S Á G

PROF. DR. DUDITS DÉNES AZ MTA RENDES TAGJ
PROF. DR. HORN PÉTER AZ MTA RENDES TAGJA
PROF. DR. KOVÁCS MELINDA AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA
PROF. DR. MÉZES MIKLÓS AZ MTA RENDES TAGJA
PROF. DR. NEMÉNYI MIKLÓS AZ MTA RENDES TAGJA PROF.
PROF. DR. SCHMIDT JÁNOS AZ MTA RENDES TAGJA
PROF. VÁRALLYAY GYÖRGY AZ MTA RENDES TAGJA

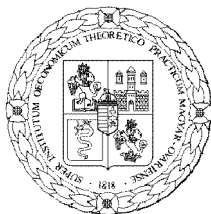
PROF. DR. HODÚR CECÍLIA DSC
PROF. DR. KAPRONCZAI ISTVÁN PhD
PROF. DR. ÖRDÖG VINCE DSC
PROF. DR. POSTA JÓZSEF DSC
PROF. DR. SÓTONYI PÉTER DSC
PROF. DR. SZABÓ FERENC DSC
PROF. DR. VARGA LÁSZLÓ DSC

S Z E R K E S Z T Ő

DR. SZALKA ÉVA PhD

ISBN 978-615-5837-15-9

ÉLELMISZERTUDOMÁNYI SZEKCIÓ



XXXVII. Óvári Tudományos Napok

ÉLELMISZERIPARI HULLADÉKOK HASZNOSÍTÁSA

**HODÚR CECILIA - BESZÉDES SÁNDOR - KERTÉSZ SZABOLCS - LÁSZLÓ
ZSUZSANNA - KESZTHELYI-SZABÓ GÁBOR**

Szegedi Tudományegyetem,
Folyamatmérnöki Intézet,
6725 Szeged, Moszkvai krt. 5-7.

Összefoglalás

A hulladékgazdálkodás, különösen a 2008-ban kibocsátott EU direktívát követően, számos országban és területen központi kérdéssé vált. Az élelmiszeripari, vagy általában véve a bio-hulladékok, a környezetvédelmi és társadalmi szempontok mellett, gazdasági potenciáljuk miatt, kiemelt figyelmet érdemelnek. Kutatócsoportunk az elmúlt 10 év alatt számos lehetőséget vizsgált meg a mezőgazdaságban termelődő, ill. az élelmiszeriparban keletkező hulladékokban, értelmezésünkben, alapanyagokban, rejlő előnyök kiaknázására. Ehhez a legkülönbézetesebb komplex műveleteti eljárásokat alkalmaztuk, hogy a folyamat hatékonyságát növeljük, ill. számos olyan jelzőszámot alkottunk, melyek segítségével a folyamatok előrehaladása, jellemzése mind a tudományos vizsgálatok, mind az ipari megvalósítás szempontjából helytállóan megadható.

Bevezetés

A hulladék szerepe és jelentősége megváltozott a 2008/98/EC direktívát követően, mert ráirányította mind a gazdaság, mind pedig a társadalom figyelmét arra, amit mindez, azaz a megfelelő hulladékgazdálkodás jelenthet. Az élelmiszeripari hulladékok kérdésköre pedig ha lehet, még nagyobb figyelmet érdemel, hiszen a bennük rejlő szerves anyag tartalom kiváló alapot nyújt több újrahasznosítási lehetőséghez, ami gazdasági hasznán túl igen figyelemre méltó környezeti előnyt is jelenthet.

Az Európai Unióban évente mintegy 88 millió tonna élelmiszer keletkezik, és ennek több mint harmada veszteség, ill. hulladék. Veszteségnek (loss) azt nevezi a szakirodalom, ami az élelmiszerek gyártása során keletkezik, és hulladéknak (waste), ami a kereskedelmi forgalomban, ill. a fogyasztóknál megy veszendőbe. Az iparilag fejlett országokban és a fejlődő országokban a hiátus mértéke közel azonos, ám amíg a

fejlődő országokban inkább a betakarításból ill. a feldolgozásból származik a veszteség, addig az iparilag fejlett országokban a hulladék kereskedeleméből, fogyasztási láncból.

A Reduce – Reuse – Recycle – Recover – azaz – Csökkentés – Újrafelhasználás – Újrahasznosítás – Visszaforgatás elve az élelmiszeriparban talán a tongasszi (Alaszka) konzervgyár szlogenjével kezdődött: „We eat what we can. Can what we can't?”, pontosabban e szlogen továbbgondolásával: What we can't can we biorefine!

A biofinomítás (biorefinery) kifejezés a kőolaj finomítás (oil refinery) analógiájára született utalva a két eljárás hasonlóságára (*Kamm és mtsi. 2006*). Ám amíg az olajfinomítóban fosszilis alapanyagokat dolgoznak fel, addig a bio-finomítóban biomasszát/hulladékokat, és természetesen az eltérő alapanyagok eltérő feldolgozási módszereket igényelnek, de ennek ellenére a végtermékek igen hasonlóak: üzemanyagok, vegyszerek, vegyi-, ill. bioanyagok.

A Szegedi Tudományegyetem Folyamatmérnöki Intézetében működő kutatócsoportunk munkájának alapvető célkitűzése új feltárási és gyártási technikák, műveltek kidolgozása a mezőgazdasági-, élelmiszeripari hulladékban lévő szerves anyagok hasznosítása érdekében.

Anyagok és Módszerek

Az elmúlt 10 év kutatómunkája során a mezőgazdasági- és élelmiszeripari hulladékok széles skáláját vettük górcső alá. A szennyvizek, különös tekintettel a nagy fehérje tartalmú tejipari és húsipari szennyvizek mellett, kísérleteket folytattunk a tejsavóval, sőt a sertés hígtrágyával is.

A másik nagy alapanyag kör a cellulóz tartalmú hulladékok: cukorrépa pellet, dohánygyári hulladék, biomassza dohány, kukoricacsutka őrlemény, stb.

A feldolgozásukban alapvetően intenzívitást növelő eljárásokat igyekeztünk felhasználni, a membrán szeparációt és az ultrahang-, ill. a mikrohullámú energiaközlést.

A membrán szeparációs, jelesül a membránszűrési műveletek ipari alkalmazása ismert, ám még szélesebb körű elterjedésüknek elsősorban az eltömődési mechanizmus szab gátat. A fluxus csökkenést okozó, azaz hatékonyságot csökkentő eltömődés elkerülésének egyik módja a vibrációs membránszűrés. A torziós tengelyre rögzített membránok felszínén egy aszinkron motorral előidézett vibrációval jelentősen meg tudjuk növelni a nyíróerőt, mely a membránfelszínen kialakuló reverzibilis ellenállás értéket adó réteget, így annak ellenállást, jelentősen lecsökkenti.

A mikrohullámú és ultrahang térrel történő energiaközlés speciális hőkeltési, ill. energia átviteli mechanizmusa okán speciális hatásokat tud előidézni az anyagokban (*Mission és mtsi., 2017*), pl. jelentős mértékben meglazítja a cellulóz rostok ligninnel és hemicellulózzal rögzített szerkezetét, ezáltal az enzimes lebontás számára könnyebben hozzáférhetővé válnak a cellulóz molekulák.

Eredmények és értékelésük

Bioaktív anyagok

A tejsavóban található hasznos komponensek, a tejcukor és a savófehérjék kinyerésére jól ismert technológiákat alkalmaznak. Kísérleti munkánkban a fehérje alapú bioaktív komponensek kutatását, feltárását, mennyiségük növelését tűztük ki célul.

Többféle enzimmel, ill. ultrahang térben végzett feltérési kísérleteink alapján megállapíthatóvá vált, hogy a tripszin és pepszin állati eredetű, valamint a bromelian, növényi eredetű fehérjebontó enzimek közül ez utóbbi bizonyult hatékonyabbnak a savó eredetű peptidek bioaktivitásának növelésében. Az ultrahangos kezelés is szignifikáns bioaktivitás növekedést vált ki, de hatása alatta marad az enzimes hatásnak, kettős hatásuk pedig alig növeli meg a csupán ultrahang térben történő lebontás hatékonyságát. Tehát az ultrahang nem segítette az enzim működési aktivitását, nem volt synergia.

A bogyós gyümölcsök présmaradékából számos biológiailag aktív, fontos vegyület nyerhető ki, gondolok elsősorban az antioxidánsokra, fenolos vegyületekre, színező anyagokra, pektinre.

Kísérleteinkben e hasznos vegyületcsoportok mikrohullámmal segített extrakcióját vizsgáltunk meg a hagyományos forró vizes kivonáshoz viszonyítva. Mind a kinyert anyag minőségére nézve, mind pedig a kivonási hatékonyságra nézve, a mikrohullámú extrakció volt az előnyösebb (*Pap és mtsi., 2012*), sőt az extrahált törkölymaradék biológiai lebonthatósága, így a belőle termelhető biogáz mennyisége is megnövekedett.

Szennyvíztisztítás

Az élelmiszeripari szennyvizek gazdag fehérje és zsírtartalmuk miatt csak erőteljes tisztítási eljárásokat követően engedhetők a közcsatornába. Nagy mennyiségű és magas KOI ill. BOI értékük miatt kirótt bírság esetenként mérsékelhető, ha kisebb térfogatban koncentráljuk a szerves anyagok jelentős részét, és ezt a koncentrátumot akár biogáz termelésben hasznosíthatjuk. A membrán szeparáció, akár az ultra- vagy nanoszűrés, akár a revez ozmózis felhasználható ilyen szeparációs és besűrítési feladatra, ill. nagyhatékonyságú oxidációs eljárással párhuzamosan alkalmazva csökkenthetjük is a KOI értékét.

A három, vibrációval segített és klasszikus módon végrehajtott membránszűrési eljárás hatékonyságának összevetésére kimunkáltuk a fajlagos teljesítmény mutatót, mely az egységnyi permeátum (szűrlet) átáramoltatásához szükséges energiamennyiséget (e_v) jelenti (*Kertész és mtsi., 2010*).

$$e_v = \frac{P_{VM} \cdot \eta_{VM} + P_{FP} \cdot \eta_{FP}}{A \cdot J} \quad [\text{kWhm}^{-3}] \quad (1)$$

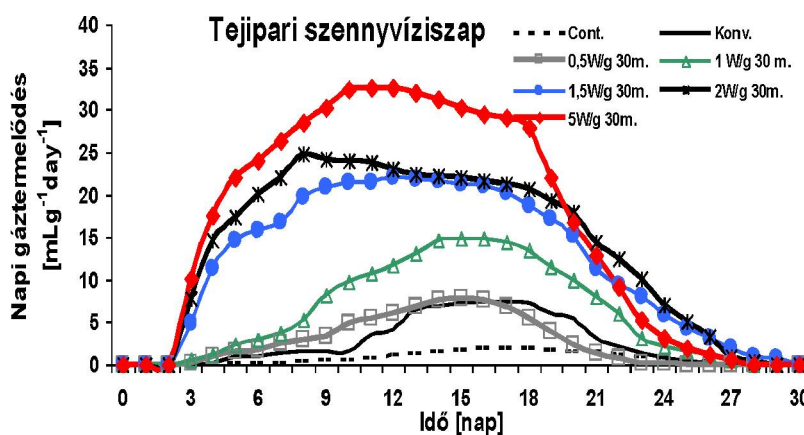
P_{VM} - vibrációhoz felhasznált teljesítmény, $\eta_{VM - FP}$ - hatásfok, P_{FP} - recirkuláltatáshoz szükséges teljesítmény, A - szűrési felület, J - fluxus. Számításaink alapján bizonyított,

hogy mindegyik esetben meghatározható az a transzmembrán nyomás érték, amely felett a vibráció fajlagos teljesítményértéke meghaladja a normál eljárás értékét.

Húsipari szennyvizek esetében vizsgálataink szerint az ultraszűrés nem biztosítja a szükséges mértékű KOI csökkentést, de ózonkezeléssel kombinálva már elérhetjük a 150 mg/l-es KOI értéket, vagyis elértük a közcsatornába bocsáthatóság határértékét (Hodúr és mtsi., 2012).

Biogáz

Akár a szennyvizek membrános tisztításakor keletkező koncentrátumok, akár a szennyvíziszapok kiválóan felhasználhatóak biogáz termelésre a bennük található igen magas szerves anyag tartalomnak köszönhetően. Tejipari és húsipari szennyvíziszapok vizsgálatánál kicsit eltérő mértékben, de azonos módon, azt tapasztaltuk, hogy az anaerob fermentáció előtt alkalmazott mikrohullámú kezelés jelentős pozitív hatással van a gáztermelésre (Hodúr és mtsi. 2013). Különböző energia-beviteli értékeknél ($250\text{--}1000\text{ kJg}^{-1}$), különböző fajlagos energiaszinten ($0,5\text{--}5\text{ Wg}^{-1}$) végzett kezelések mindegyikénél azt tapasztaltuk, hogy nem csak az összes termelődött biogáz mennyisége nőtt meg, hanem ezen belül előnyösen változott a metán részaránya is. Eredményeinket kettős kontrollhoz viszonyítottuk, egyrészt a natív, kezeletlen minták fermentációs teljesítményéhez, másrészt pedig olyan kontroll mintákat is készítettünk, ahol megközelítőleg azonos volt a bevitt hőenergia értéke, a hőközlés módja azonban a konvektív hőbevitel volt.



1. ábra Területi szennyvíziszap

Túl ezen a metán növekményen, jelentős változást tapasztaltunk a folyamat kinetikájában is, a fermentációs lag-fázis a mikrohullámmal kezelt mintáknál jelentősen lecsökkent, 8 napról 4 napra (1. ábra), ezzel is növelve a termelés hatékonyságát (Beszédes és mtsi. 2011). A metán termelődési hatékonyságát az össz. energiabevitel mellett a fajlagos energiabeviteli érték is befolyásolja, kimértük az oldhatósági

mutatóra, ill. a biológiai lebonthatósági indexre kifejtett hatásukat (*Lemmer B és mtsi., 2017*). Azonban felmerült a kérdés, hogy összességében, a termelői metán többlet energiája lefedi-e a befektetett energia értékét. A folyamat energiamérlegének számításánál a metán égéshőjét és térfogatát, ill. a magnetron teljesítményét valamint az üzemidőt vettük figyelembe. Eredményül azt kaptuk, hogy vannak olyan kezelési beállítások, ahol az energiamérleg pozitív értéket eredményez.

Bioetanol

A biofinomítók túlnyomó többsége a bio-üzemanyagok gyártását végzi, ám leginkább kukorica alapanyagból kiindulva. Kutatócsoportunk a mezőgazdaságban, ill. az élelmiszeriparban keletkező, cellulóz tartalmú hulladékok bioetanolra alakításának kérdéskörét vizsgálta és vizsgálja.

A technológia kulcs lépése a cukrosítás, melyet mi enzimes hidrolízissel – celluláz, béta-galaktozidáz, xylanáz, ill. komplex eljárással, mikrohullámú és ultrahang energia-bevitellel kísért enzimes hidrolízissel végeztünk (*Ábel és mtsi., 2015*). A mikrohullámú előkezelés (250 W, 3 min) jelentős mértékben megnövelte a cukor kihozatali értéket, meghaladva a konvektív hőközléssel, ill. a lúggal (pH=10) előkezelt minták kihozatalát. A pH változtatása, különösen savas közegben végzett MW kezelés, további kihozatali növekedést eredményezett.

Következtetés

A mezőgazdasági és élelmiszeripari alapanyagok teljes körű, azaz hulladékmentes, feldolgozása, ill. a keletkező hulladékok ártalmatlanítása, sok esetben hasznosítása modern eljárások segítségével hatékonyan, pozitív energiamérleggel is megvalósítható.

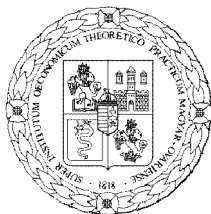
Köszönetnyilvánítás

A kutatócsoport köszöni a – NKFIH, K115691, és EFOP-3.6.2-16-2017-00010 - RING 2017 projektek által nyújtott anyagi támogatást.

Irodalomjegyzék:

1. Ábel, M., Keszthelyi-Szabó, G., Vitay, D., Hodúr C., (2015) Membrane separation and sonication in bio-ethanol production DESALINATION AND WATER TREATMENT 55:(13) 3725-3730.
2. Beszédes, S., László, Zs., Horváth, Zs., Szabó, G., Hodúr, C. (2011) Comparison of the effects of microwave irradiation with different intensities on the biodegradability of sludge from the dairy- and meat-industry BIORESOURCE TECHNOLOGY 102:(2) 814-821.
3. Hodúr, C., Kertész, Sz., Szép, A., Keszthelyi-Szabó, G., László, Zs., (2013) Modeling of Membrane Separation and Applying Combined Operations at

-
- Biosystems PROGRESS IN AGRICULTURAL ENGINEERING SCIENCES 9:(1) 3-25.
4. Kamm, B., Gruber, P. R., Kamm, M. (2006). *Biorefineries – Industrial Processes and Products*. Wiley-VCH, ISBN: 3-527-31027-4, Weinheim, Germany
 5. Kertész, Sz., Szép, A., Csanádi, J., Szabó, G., Hodúr, C. (2010) Comparison between stirred and vibrated UF modules *DESALINATION AND WATER TREATMENT* 14, 240-246.
 6. Kertész, Sz., László, Zs., Forgács, E., Szabó, G., Hodúr, C. (2011) Dairy wastewater purification by vibratory shear enhanced processing *DESALINATION AND WATER TREATMENT* 35:(1-3) 195-201.
 7. Lemmer, B., Hodúr, C., Beszédes, S., (2017) Continuously flow microwave pre-treatment for enhanced anaerobic biodegradability of dairy industry sludge, *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL & AGRICULTURE RESEARCH* 3:(6) 12-18.
 8. Mission, E. G., Quitain, A. T., Sasaki, M., Kida, T. (2017) Synergizing graphene oxide with microwave irradiation for efficient cellulose depolymerization into glucose, *Green Chem.*, 19, 3831–3843
 9. Pap, N., Mahosenaho, M., Pongrácz, E., Mikkonen, H., Jaakkola, M., Virtanen, V., Myllykoski, L., Horváth-Hovorka, Zs., Hodúr, C., Vatai, Gy., Keiski, R. L. (2012) Effect of Ultrafiltration on Anthocyanin and Flavonol Content of Black Currant Juice (*Ribes nigrum* L.) *FOOD AND BIOPROCESS TECHNOLOGY* 5:(3) 921-928.



XXXVII. Óvári Tudományos Napok

SZEMÉLYES TÉNYEZŐK HATÁSA AZ ÉLELMISZERPAZARLÁSRA

BARTHA ÁKOS ARNOLD – BAKOS IZABELLA

Gazdálkodási és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Szent István Egyetem.
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Összefoglalás

Az élelmiszerválaszték növekedésével és a termelési eljárások fejlődésével bizonyos élelmiszerek reálértéke folyamatosan csökkent az elmúlt évtizedek során, mely tendencia minden bizonnyal az élelmiszerek erkölcsi értékét, társadalomban betöltött szerepét, valamint a kapcsolódó fogyasztói, azaz személyes attitűdöket is komolyan átalakította. Az ENSZ és a FAO becslései szerint emellett 2016-ban az élelmiszerek 30-35%-ából hulladék keletkezett. A háztartások élelmiszerpazarlása ezen belül is különleges kutatási terület kiemelkedő pazarlási arányukat tekintve. A magas szintű fogyasztói pazarlás okainak felderítése közben, egy kutatócsoport matematikai modellek segítségével korrelációt mutatott ki az élelmiszerpazarlás fokozatos növekedési üteme, az amerikai elhízás-járvány és a reálértéken olcsóbbá váló, könnyen elérhető élelmiszerek növekvő kínálata között. Kutatásunkban ezen aspektusok vizsgáljuk speciális (pl. funkcionális) élelmiszerek vonatkozásában.

Abstract

With the increase of food supply and the improvement of production processes, the real value of certain food products has been steadily declining over the past decades, which is certainly a trend that has seriously transformed the moral value of food, its role in society and its associated personal attitudes. According to UN and FAO estimates, in 2016, 30-35% of the food has been wasted. Food waste in households is also a special area of research in terms of their high wasting rate. While exploring the causes of high amounts of consumer waste, a research group has correlated (with the mathematical models) the gradual growth rate of food waste, the US obesity epidemic and the growing supply of cheaper food products. In our research, we examine these aspects in case of specific (eg. functional) foods.